

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. August 2003 (21.08.2003)

PCT

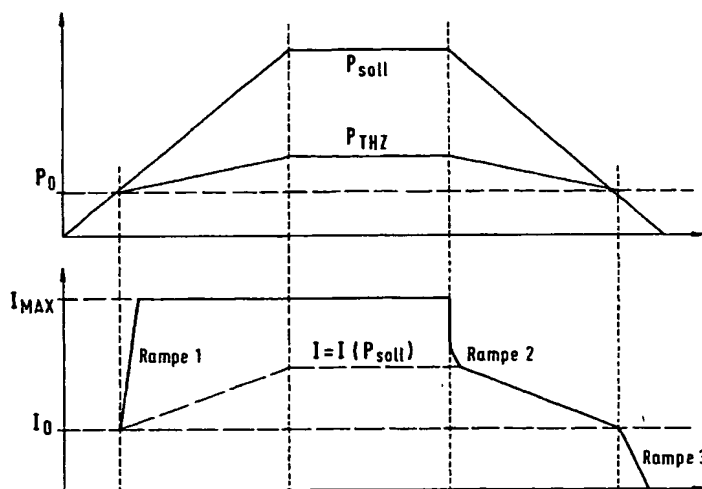
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/068574 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60T 8/36, 8/44, 8/48 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRONAU, Ralph [DE/DE]; Joh. Pinzier-Str.7, 35083 Wetter (DE).
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/01444 SCHELLER, Tobias [DE/DE]; Rombergstrasse 12, 65931 Frankfurt am Main (DE). REVIOL, Ralf [DE/DE]; Spessartstr. 17, 63128 Dietzenbach-Steinberg (DE). NEU, Andreas [DE/DE]; Am Hochufer 26, 76773 Kuhardt (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Februar 2003 (13.02.2003)
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 102 06 344.3 14. Februar 2002 (14.02.2002) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
102 24 059.0 31. Mai 2002 (31.05.2002) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, TR).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).
Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REGULATING A PREDETERMINED MODIFIABLE BRAKE PRESSURE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM EINREGELN EINES VORGEGEBENEN VERÄNDERLICHEN BREMSDRUCKES



(57) Abstract: The invention relates to a method for regulating a predetermined modifiable brake pressure in the wheel brakes of a brake system, according to which input variables that determine the brake pressure in the individual wheel brakes are evaluated and control variables of hydraulic valves are defined in a control and/or data processing system. The aim of the invention is to obviate the need for additional pressure sensors, which register the pressure of the wheel brakes. To achieve this a characteristic curve is stored in the control or data processing system, said curve correlating the valve characteristics of the hydraulic valve with a pressure differential of the hydraulic valve and the control variable of the hydraulic valve, in particular the valve flow, is defined according to said characteristic curve.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einregeln eines vorgegebenen veränderlichen Bremsdruckes in den Radbremsen einer Bremsanlage, bei dem in einem Regelungs- und/oder Datenverarbeitungssystem den Bremsdruck in den einzelnen Radbremsen bestimmende Eingangsgrößen ausgewertet und Stellgrößen von Hydraulikventilen festgelegt werden. Um zusätzliche Drucksensoren zu vermeiden, die den Druck der Radbremsen erfassen könnten, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, dass in dem Regelungs- oder Datenverarbeitungssystem eine Kennlinie hinterlegt ist, die die Ventilcharakteristik des Hydraulikventils mit einer Druckdifferenz des Hydraulikventils korreliert und die Stellgröße des Hydraulikventils insbesondere der Ventilstrom nach Maßgabe der Kennlinie festgelegt wird.

Verfahren zum Einregeln eines vorgegebenen veränderlichen Bremsdruckes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einregeln eines vorgegebenen veränderlichen Bremsdruckes in den Radbremsen einer Bremsanlage, bei dem in einem Regelungs- und/oder Datenverarbeitungssystem den Bremsdruck in den einzelnen Radbremsen bestimmende Eingangsgrößen ausgewertet und Stellgrößen von Hydraulikventilen festgelegt werden.

Vakuum-Bremskraftverstärker benötigen eine vom Motor zur Verfügung gestellte Unterdruckversorgung zur Unterstützung der von dem Fahrer aufzubringenden Pedalkraft. Abhängig vom Motor kann schon bei relativ geringen Pedalkräften ein Zustand erreicht werden, wo eine weitere Erhöhung der Kraft auf die Betätigungseinheit nur durch eine Steigerung der Pedalkraft möglich ist, da der Vakuum-Bremskraftverstärker die maximal mögliche Unterstützungskraft erreicht hat. Den Zustand bezeichnet man als Aussteuerpunkt des Verstärkers. Bremsungen die über dem Aussteuerpunkt des Vakuum-Bremskraftverstärkers stattfinden, stellen dabei hohe Anforderungen an den Fahrer hinsichtlich der aufzubringenden Pedalkraft. Aus diesem Grund werden zunehmend Bremssysteme (OHB-V) eingesetzt, die durch einen aktiven hydraulischen Bremsdruckaufbau den Fahrer unterstützen. Derartige Bremssysteme weisen in der Regel ein Motor-Pumpen-Aggregat und ein Hydraulikaggregat auf,

-2-

die von einer elektronischen Regelung, wie ESP, ABS, ASR und dgl. entsprechend der gewünschten Bremskraftunterstützung geregelt werden.

Bei dem Druckaufbau in den Radbremsen mittels hydraulischer Unterstützung über den Aussteuerpunkt des Vakuum-Bremskraftverstärkers hinaus werden die (analogisierten) Trennventile geschlossen und die Hydraulikpumpe fördert Bremsflüssigkeit aus dem Tandemhauptzylinder (THZ) in die Radbremsen. In der Druckabbauphase muss der zusätzlich erzeugte Druck über die Trennventile komfortabel bezüglich Pedalgefühl und Bremswirkung in den Tandemhauptzylinder abgebaut werden. Dazu sind gewöhnlich zwei zusätzliche Drucksensoren an den Radbremsen, je einer für jeden Bremskreis, nötig, um den Raddruck zu ermitteln. Dies erfordert einen größeren Bauteileaufwand der zu einer Erhöhung der Systemkosten führt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Einregeln eines vorgegebenen veränderlichen Bremsdruckes in den Radbremsen einer Bremsanlage zu schaffen, bei dem ohne Kenntnis eines gemessenen Raddrucks Bremsdrücke nach Maßgabe von Eingangsgrößen eingestellt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass in dem Regelungs- oder Datenverarbeitungssystem eine Kennlinie hinterlegt ist, die die Ventilcharakteristik bzw. den Ventilstrom des Hydraulikventils mit der Druckdifferenz des Hydraulikventils korreliert und die Stellgröße des Hydraulikventils nach Maßgabe der Kennlinie festgelegt wird. Vorteilhaft wird mit dem vorgegebenen veränderlichen

-3-

Bremsdruck eine hydraulische Verstärkung des in die Bremsanlage eingesteuerten Bremsdruckes bewirkt.

Vorteilhaft ist, dass die Stellgröße ein elektrischer Ventilstrom ist, mittels dem das Hydraulikventil analog gesteuert wird.

Mit Kenntnis der Ventilkennlinie eines Trennventils, des Tandemhauptzylinder-Druckes und des Soll-Druckes für die Radbremsen kann ein Ventilstrom bestimmt und so eingestellt werden, dass sich ein bestimmter Raddruck einstellt, der nicht unterschritten wird, ohne dass zusätzliche Drucksensoren, die die Raddrücke messen, erforderlich sind.

Vorteilhaft wird die Stellgröße aus der Druckdifferenz zwischen dem Solldruck für die Radbremsen und dem Druck einer Betätigungseinrichtung (Druckdifferenz des Hydraulikventils) bestimmt. Der Druck der Betätigungseinrichtung (THZ) wird über den bei einer ESP-Regelung in einem Bremskreis vorhandenen Drucksensor und der Solldruck in einem bekannten Modell ermittelt.

Um einerseits Leckagen zu verringern und andererseits eine Begrenzung des Maximaldruckes situationsabhängig zu ermöglichen, sind mindestens zwei Strategien zum Einregeln des Bremsdruckes vorgesehen, wobei nach der ersten Strategie der Ventilstrom dem Verlauf der Kennlinie folgt und die zweite Strategie Sprungfunktionen zu dem maximalen Ansteuerstrom bzw. zu dem durch die Kennlinie repräsentierten Ansteuerstrom vorsieht. Der maximale Ansteuerstrom wird entsprechend einer Funktion nach $I_{\max} = f(P_{\max}, P_{\text{THZ}}, P_{\text{DBV}}) = \min(P_{\max} - P_{\text{THZ}}, P_{\text{DBV}})$ begrenzt.

Eine erfindungsgemäße Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ist so ausgebildet, dass der durch Ansteuerung einer Pumpe erzeugte Bremsdruck so gesteuert wird, dass eine gewünschte hydraulische Verstärkung des eingesteuerten Bremsdruckes in jedem Bremskreis erfolgt.

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 eine Bremsanlage mit zwei Bremskreisen

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Signalverlaufs des Ansteuerstromes eines Hydraulikventils und des Drucks nach dem erfindungsgemäßen Verfahren

Fig. 3 eine Kennlinie nach der Erfindung

Fig. 4 eine schematische Darstellung des Signalverlaufs des Ansteuerstroms mit zusätzlicher Bestromung

Der in Figur 1 dargestellte eine Bremskreis einer Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit zwei Bremskreisen besteht aus einer Betätigungseinheit 1, z.B. einem Bremszylinder, mit einem Bremskraftverstärker 2, der durch ein Bremspedal 3 betätigt wird. An der Betätigungseinheit 1 ist ein Vorratsbehälter 4 angeordnet, der ein Druckmittelvolumen enthält und in der Bremslösestellung an die Arbeitskammer der Betätigungseinheit angeschlossen ist. Der dargestellte eine Bremskreis weist eine an eine Arbeitskammer der Betätigungseinheit 1 angeschlossene Bremsleitung 5 mit einem Trennventil 6 auf, das in seiner

-5-

Ruhestellung einen offenen Durchgang für die Bremsleitung 5 bildet. Das Trennventil 6 wird üblicherweise elektromagnetisch betätigt.

Die Bremsleitung 5 verzweigt sich in zwei Bremsleitungen 8, 9, die jeweils zu einer Radbremse 10, 11 führen. Die Bremsleitungen 8, 9 enthalten jeweils ein elektromagnetisch betätigbares Einlassventil 12, 19, das in seiner Ruhestellung offen ist und durch Erregung des Betätigungsmagneten in eine Sperrstellung geschaltet werden kann. Jedem Einlassventil 12, 19 ist ein Rückschlagventil 13 parallel geschaltet, das in Richtung des Bremszylinders 1 öffnet. Parallel zu diesen Radbremskreisen 26, 27 ist ein sogenannter Rückförderkreis angeschlossen, der aus Rücklaufleitungen 15, 32, 33 mit einer Pumpe 16 besteht. Die Radbremsen 10, 11 schließen über jeweils ein Auslassventil 14, 17 über Rücklaufleitungen 32, 33 an die Rücklaufleitung 15 an und damit an die Saugseite der Pumpe 16, deren Druckseite mit der Bremsdruckleitung 8 in einem Einmündungspunkt E zwischen dem Trennventil 6 und den Einlassventilen 12, 19 verbunden ist.

Die Pumpe 16 ist als Hubkolbenpumpe mit nicht näher dargestelltem Druckventil und einem Saugventil ausgebildet. An der Saugseite der Pumpe 16 befindet sich ein Niederdruckspeicher 20, bestehend aus einem Gehäuse 21 mit einer Feder 22 und einem Kolben 23.

In der Verbindung zwischen dem Niederdruckspeicher 20 und der Pumpe 16 ist ein vorgespanntes, zu der Pumpe öffnendes Rückschlagventil 34 eingesetzt.

-6-

Die Saugseite der Pumpe 16 ist weiterhin über eine Saugleitung 30 mit einem Niederdruckdämpfer 18 und einem Umschaltventil 31 mit dem Bremszylinder 1 verbunden. Außerdem weist der Bremskraftübertragungskreis neben dem Hydraulikaggregat 43 eine Einrichtung 28 zur Steuerung der Bremsanlage auf. Die Einrichtung ist im wesentlichen eine ESP-Regeleinheit 45, der ein Modell 41 zum Ermitteln des Soll-Bremsdruckes und ein Speicher 42 zum Hinterlegen der Ventilkennlinie, die den Ventilstrom und die entsprechende Druckdifferenz, bei der das Trennventil 6 öffnet, beschreibt, zugeordnet. Der Drucksensor 40, der den Druck der Betätigungseinheit 1 feststellt, ist in der Bremsleitung 5 zwischen dem Bremszylinder 1 und dem Umschaltventil 31 bzw. dem Trennventil 6 angeordnet. Den Rädern zugeordnete Drehzahlsensoren sind mit 50, 51 bezeichnet. Eingangsgrößen, die der ESP-Regeleinheit 45 zugeführt werden, wie zum Beispiel die Signale der Drehzahlsensoren, mindestens eines Gierratensensors, eines Beschleunigungssensors oder des Drucksensors 40, sind exemplarisch mit 55-57 bezeichnet.

Die Bremsanlage arbeitet wie folgt:

Bei z.B. Bremsungen erhöht der Fahrer über das Pedal 3 und die Betätigungseinheit 1 mit dem Vakuum-Bremskraftverstärker 2 den Bremsdruck in dem Hydraulikaggregat 43, ohne dass das Fahrzeug entsprechend der Pedalkraft verzögern würde. Die Einrichtung 28 wertet bei der Einbremsung über das Pedal den von dem Drucksensor 40 ermittelten Druck der Betätigungseinheit 1 bzw. den in die Bremsleitung 5 eingesteuerten Bremsdruck aus. Erreicht der Druck einen Grenzwert, der den Aussteuerdruck der Betätigungseinheit bzw. den Aussteuerpunkt des Vakuum-

-7-

Bremskraftverstärkers 2 beschreibt, erfolgt die Übergabe von der pneumatischen Bremskraftunterstützung durch den Vakuum-Bremskraftverstärker 2 hin zu der aktiven Bremskraftverstärkung durch die Pumpe 16, insbesondere nach der Beziehung

$P_{\text{sol1}} = P_{\text{Aussteuerpunkt}} + \text{Faktor } K \times (P_{\text{THZ}} - P_{\text{Aussteuerpunkt}})$ mit
 P_{sol1} = Solldruck, $P_{\text{Aussteuerpunkt}}$ = Druck am Aussteuerpunkt des Bremskraftverstärkers, P_{THZ} = Druck der Betätigungseinheit. Dazu werden bei geöffnetem Umschaltventil 31 im Druckaufbau die (analogisierten) Trennventile 6 geschlossen und die Hydraulikpumpe 16 fördert Bremsfluid aus dem Bremszylinder 1, z.B. einem Tandemhauptzylinder (THZ), in die Radbremsen 10, 11. Die Einlassventile 12 bzw. 19 sind geöffnet, die Auslassventile 14 bzw. 17 geschlossen. In der Druckabbauphase wird der zusätzlich erzeugte Druck über die analogisierten Trennventile 6 komfortabel bezüglich Pedalgefühl und Bremswirkung in den Bremszylinder 1 abgebaut.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung des Signalverlaufs des Ansteuerstromes I_0 , I des Trennventils 6 und des Differenzdrucks P_0 , P_{THZ} , P_{sol1} .

Dieser Ansteuerstrom wird aus der Differenz zwischen dem Solldruck P_{sol1} für die Radbremsen 10, 11 und dem gemessenen Druck des Bremszylinders (THZ) 1 bestimmt. Ist in den Bremszylindern der Radbremsen 10, 11 ein größerer Druck, so öffnet sich das Trennventil 6 und es strömt so lange Flüssigkeit in den Bremszylinder 1 zurück, bis sich der gewünschte Druck in dem Hydraulikaggregat 43 eingestellt hat. Bei einer ausgeglichenen Druckbilanz zwischen den Leitungen 5 und 8, 9 bzw. zwischen dem Ein- und Ausgang des Trennventils 6 schließt das Trennventil 6 und der Druck

bleibt erhalten. Um den Einstellvorgang zu beschleunigen kann der Solldruckgradient des Bremsdrucks P_{Sol1} ausgewertet werden und damit der Ventilstrom I entsprechend modifiziert werden. Hierdurch wird ein größerer Volumenstrom durch das Trennventil 6 erzielt. Das heißt, auf schnelle Druckabbauanforderungen wird mit einem weiter geöffneten Trennventil 6 reagiert.

Zur Ansteuerung des Trennventils 6 ist die Ventilkennlinie 70 (Fig. 3) im nichtflüchtigen Speicher 42 hinterlegt, die den Ventilstrom I_0 , I , I_{Max} und die entsprechende Druckdifferenz P_0 , P_{Sol1} , P_{THZ} , bei der das Trennventil 6 öffnet beschreibt. Diese Kennlinie 70 kann durch eine Vermessung der Ventile oder durch eine Kalibrierung am Bandende ermittelt werden. Die Kalibrierung am Bandende stellt eine vorteilhafte Variante dar, da hier die komplette Kette der Einflußfaktoren (Teiber, Spulen, Ventil, etc.) in die aufgenommene Kennlinie einfließen. Diese Kennlinie ermöglicht es den durch Ansteuerung der Pumpe 16 erzeugten Druck so zu steuern, daß die gewünschte hydraulische Verstärkung hinreichend genau eingestellt werden kann, ohne daß der Fahrer den Unterschied zum geregelten System (mit Raddrucksensoren) auflösen kann.

Prinzipiell kann man Bremsvorgänge in die Abschnitte Druckaufbau, Druckhalten und Druckabbau einteilen. Bei jedem der Bremszyklen sind im wesentlichen zwei Strategien zum Einregeln des Bremsdrucks vorgesehen, wobei nach der ersten Strategie der Bremsdruck dem Verlauf der Kennlinie 70 folgt und die zweite Strategie Sprungfunktionen zu dem maximalen Ansteuerstrom bzw. zu dem durch die Kennlinie repräsentierten Ansteuerstrom vorsieht.

-9-

I.) Druckaufbau:

Strategie A): Der Ventilstrom I , mittels dem das Trennventil 6 eingestellt wird, wird entsprechend der in Figur 3 dargestellten Kennlinie $I=I(P_{S011})$ modifiziert.

Vorteil: Der in den Radbremsen 10, 11 eingestellte Druck wird in seiner Höhe begrenzt. Baut die Pumpe 16 in mindestens einem Bremskreis zuviel Druck auf, so kann der Anteil über dem Solldruck P_{S011} über das Trennventil 6 abströmen. Dieser Fall kann bei schwarz-weiß aufgeteilten Bremsanlagen insbesondere an der Hinterachse auftreten.

Möglichkeit B): Sprung auf den Schließstrom für Differenzdruck Null (I_0) und anschließend eine schnelle Rampe 1 auf den maximalen Strom I_{MAX} , nach der Beziehung $I_{max} = f(P_{max}, P_{THZ}, P_{DBV}) = \min(P_{max} - P_{THZ}, P_{DBV})$ mit P_{DBV} = Druckbegrenzungsventil-Druck zu, P_{max} = maximaler Druck in den Bremsen, P_{THZ} = Druck der Betätigungseinheit. Da im Regler der Zusammenhang zwischen Druckdifferenz am Trennventil 6 und dem Strom, bei dem das Trennventil 6 bei dieser Druckdifferenz zu öffnen beginnt, abgelegt ist muss ein Nullpunktabgleich stattfinden. Einmal offen schließt das Trennventil 6 aufgrund von Hystereseeffekten, wie z.B. Reibung, erst wieder bei einer niedrigeren Druckdifferenz. Um ein offenes Trennventil 6 wieder sicher zu schließen, muss es also entsprechend einer um einen Druckwert, z.B. ca. 30 bar, größeren Druckdifferenz bestromt werden.

Vorteil: Das Trennventil 6 zeigt nur geringe Leckagen. Keine Schließgeräusche.

-10-

Je nach Situation wird die optimal passende der beiden Strategien pro Bremskreis ausgewählt. Dabei wird Strategie A) bei stark unterschiedlichen Volumenkennlinien verwendet z.B.

- Schwarz Weiss aufgeteilte Anlagen,
- bei ESP - OHB - Überlagerung
- bei ABS - OHB - Überlagerung

Hier kann bei laufender Pumpe, der maximale Raddruck vorgegeben werden.

Sonst wird Strategie B) verwendet, um das Trennventil 6 bestmöglich geschlossen zu halten.

II.) Druckhalten:

Möglichkeit A) Der Ventilstrom I , mittels dem das Trennventil 6 eingestellt wird, wird entsprechend der in Figur 3 dargestellten Kennlinie $I=I(P_{soll})$ modifiziert. Vorteil: Der reale Druck wird nach oben begrenzt. Überdruck kann abgebaut werden. Das kann bei Überlagerung mit anderen Regelfunktionen der Einrichtung 28 wie ESP, ABS, .u.dgl. notwendig sein.

Möglichkeit B) Ventilstrom bleibt bei I_{MAX}

Vorteil: Das Ventil ist maximal dicht.

Eine Druckbegrenzung des Hydraulikaggregates und der Radbremsen findet auf einen vorgegebenen DBV-Druck statt. Unter DBV-Druck P_{DBV} wird eine Druckbegrenzung verstanden, die einen Ausfall der Bremsanlage oder Teile der Bremsanlage verhindert. Das Trennventil 6 übernimmt dabei eine Druckbegrenzungs-Funktion nach der Beziehung $I=I[\min(P_{max}-P_{THZ}, P_{DBV})]$, wobei beim Überschreiten des maximalen Drucks das Trennventil 6 öffnet und Druck in die Betätigungseinheit 1 abgebaut wird. Unterhalb des maximalen

-11-

Drucks wird das Trennventil 6 geschlossen, bzw. bleibt geschlossen. Die Regeleinheit 45 steuert dabei das Trennventil 6 nach den sich ergebenden Differenzdrücken vor und hinter dem Trennventil 6 oder dem Druck (nach dem Trennventil 6) in dem Hydraulikaggregat 43 und den Radbremsen 10, 11.

Möglichkeit C) Detektiert man für eine gewisse Zeit oder Anzahl Loops in Strategie A gleiche oder steigende Solldruckdifferenzen, so wird das Trennventil 6 entsprechend einer zusätzlichen Druckdifferenz bestromt, um es zu schließen. Bei sinkenden Solldruckdifferenzen wechselt man wieder zurück in den Status nach Strategie A): Bestromung nach Solldruck. In Fig. 4 ist der Verlauf des Solldrucks P_{sol1} und der Verlauf des Istdrucks P_{ist} dargestellt. Zum Zeitpunkt t_1 wird das Trennventil 6 gemäß $I=I(P_{sol1} + \Delta P)$ bestromt, um es zu schließen. Der Verlauf von P_{ist} ohne diese Stromerhöhung, der sich aufgrund von Leckagen einstellen würde, ist mit 80 bezeichnet.

III.) Eintritt in den Druckabbau:

Möglichkeit A): Sprung auf die Ventilkennlinie

Vorteil: Schnelle Reaktion

Möglichkeit B): Sprung in die Nähe $I=I(P_{sol1} + \Delta P)$ der Ventilkennlinie. Anschließend erfolgt ein sanfter, angepasster Übergang mittels Rampe 2 in bzw. auf die Ventilkennlinie; d.h. $I=I(P_{sol1})$

Vorteil: Kennlinienfehler werden nicht mehr spürbar.

Beenden der Verstärkung, der Druck der Betätigungseinheit 1 ist wieder der Raddruck
Stromrampe nach $I=0$ (Rampe 3).

-12-

Rampen: Diese bieten den Vorteil, dass sich Fehler in den Kennlinien nicht als Schlag am Pedal spürbar machen, sondern durch langsame unspürbare Übergangsvorgänge abgebaut werden. Weiter wird die Geräuschentwicklung stark reduziert.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Einregeln eines vorgegebenen veränderlichen Bremsdruckes in den Radbremsen einer Bremsanlage, bei dem in einem Regelungs- und/oder Datenverarbeitungssystem den Bremsdruck in den einzelnen Radbremsen bestimmende Eingangsgrößen ausgewertet und Stellgrößen von Hydraulikventilen festgelegt werden **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Regelungs- oder Datenverarbeitungssystem eine Kennlinie hinterlegt ist, die den Ventilstrom des Hydraulikventils mit einer Druckdifferenz des Hydraulikventils korreliert und die Stellgröße des Hydraulikventils nach Maßgabe der Kennlinie festgelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellgröße ein elektrischer Ventilstrom ist, mittels dem das Hydraulikventil analog gesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stellgröße aus der Druckdifferenz zwischen dem Sollruck für die Radbremsen und dem Druck einer Betätigungseinrichtung bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Strategien zum Einregeln des Bremsdrucks vorgesehen sind, wobei nach der ersten Strategie der Ventilstrom dem Verlauf der Kennlinie folgt und die zweite Strategie Sprungfunktionen zu dem maximalen Ansteuerstrom bzw. zu dem durch die Kennlinie repräsentierten Ansteuerstrom vorsieht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der maximale Ansteuerstrom des Trennventils (6) nach der Funktion $I_{\max} = f(P_{\max}, P_{THZ}, P_{DBV}) = \min(P_{\max} - P_{THZ}, P_{DBV})$ begrenzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennventil (6) geöffnet wird, wenn der Druck in dem Hydraulikaggregat (43) und den Radbremsen (10, 11) oder ein aus dem Druck vor und hinter dem Trennventil (6) gebildeter Differenzdruck einen vorgegebenen Wert (P_{DBV}) übersteigt.
7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der durch Ansteuerung einer Pumpe erzeugte veränderliche Bremsdruck so gesteuert wird, dass eine gewünschte hydraulische Verstärkung in jedem Bremskreis erfolgt.

2/3

Fig. 2

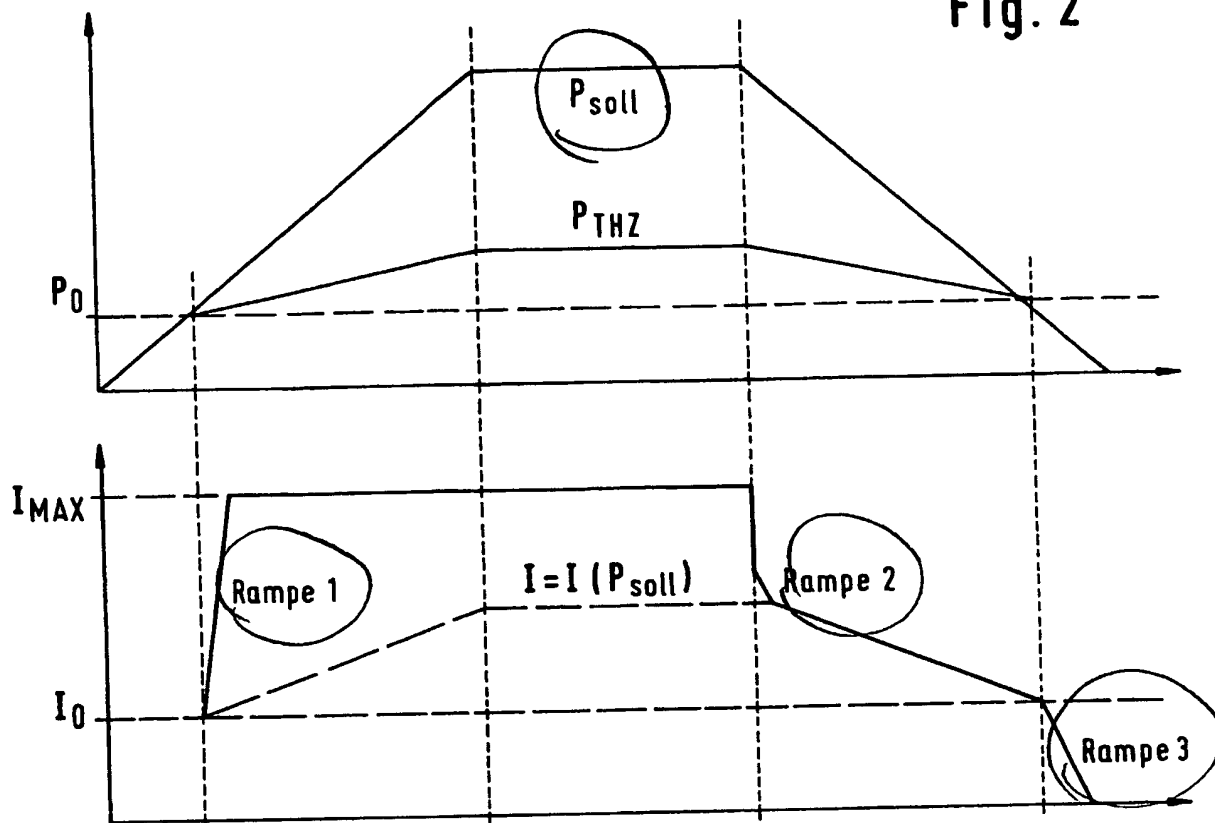
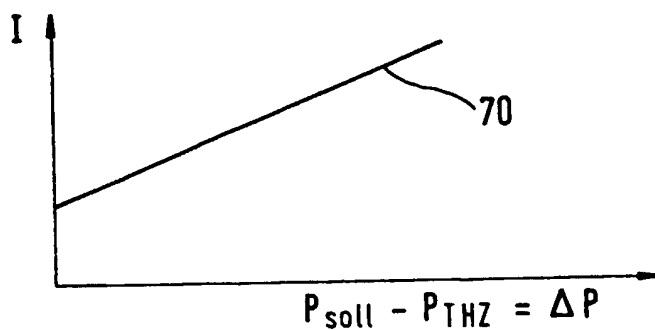


Fig. 3



3/3

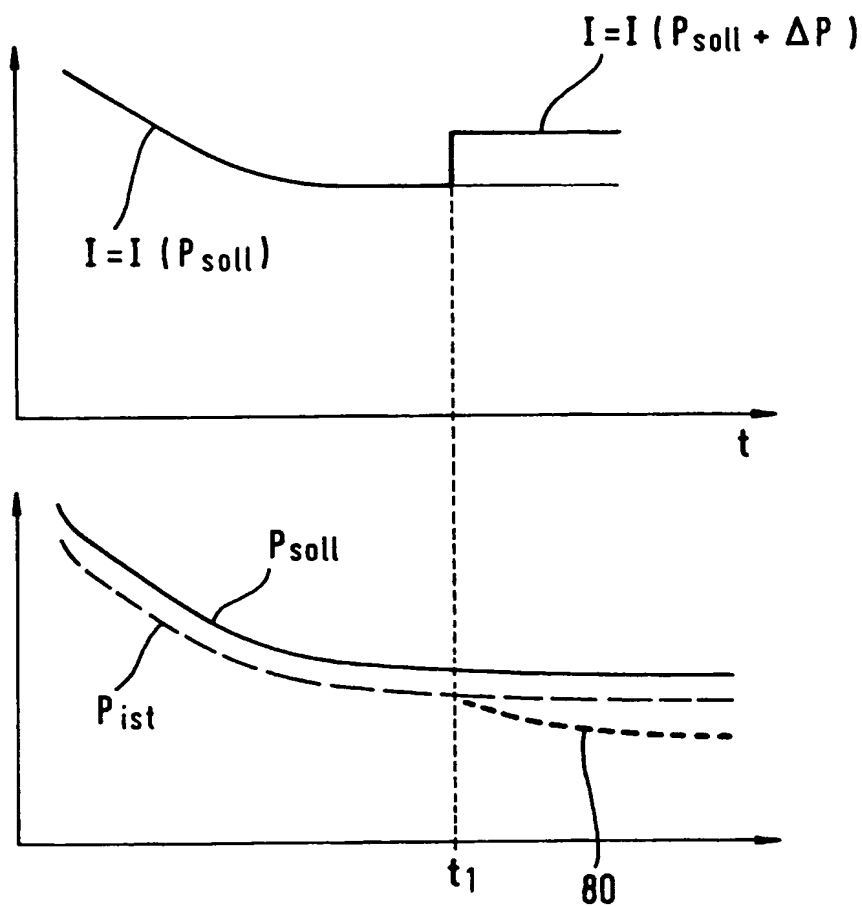


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/01444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B60T8/36 B60T8/44 B60T8/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 B60T G05D H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 345 869 B1 (MATSUO YOSHIKI ET AL) 12 February 2002 (2002-02-12) column 44, line 33 -column 46, line 48 column 33, line 21 -column 34, line 42; figures 6,7,14	1-7
X	US 2001/028194 A1 (ISONO HIROSHI ET AL) 11 October 2001 (2001-10-11) page 4, paragraph 52 -page 5, paragraph 54; figures 1,4	1-3,7
Y		4
X	DE 101 06 464 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 3 January 2002 (2002-01-03) column 5, line 4 -column 5, line 33; figures 5,6	1-3
	--- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 July 2003

Date of mailing of the international search report

22/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/01444

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 54 427 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25 June 1998 (1998-06-25) column 4, line 18 -column 4, line 39; figure 2 ----	1-3
X	DE 197 07 960 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3 September 1998 (1998-09-03) column 4, line 1 -column 4, line 65 ----	1-3
P,X	WO 02 090159 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;KLEY RONALD (DE); EWERT THOMAS (DE)) 14 November 2002 (2002-11-14) page 10, paragraph 1 -page 14, paragraph 1; figures 1,2 ----	1-3
Y	DE 199 46 348 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29 March 2001 (2001-03-29) column 3, line 14 -column 4, line 18 -----	4

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/01444

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6345869	B1	12-02-2002	JP	2001171503 A	26-06-2001
			DE	10049017 A1	23-05-2001
US 2001028194	A1	11-10-2001	JP	2001219841 A	14-08-2001
DE 10106464	A	03-01-2002	DE	10106464 A1	03-01-2002
			WO	0198124 A1	27-12-2001
			EP	1296865 A1	02-04-2003
			US	2003098613 A1	29-05-2003
DE 19654427	A	25-06-1998	DE	19654427 A1	25-06-1998
			FR	2757470 A1	26-06-1998
			GB	2320748 A , B	01-07-1998
			JP	10194099 A	28-07-1998
			US	6086167 A	11-07-2000
DE 19707960	A	03-09-1998	DE	19707960 A1	03-09-1998
			JP	10236292 A	08-09-1998
			US	6030055 A	29-02-2000
WO 02090159	A	14-11-2002	WO	02090159 A1	14-11-2002
DE 19946348	A	29-03-2001	DE	19946348 A1	29-03-2001
			FR	2799015 A1	30-03-2001
			IT	MI20002037 A1	19-03-2002
			JP	2001124233 A	11-05-2001
			US	6504699 B1	07-01-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/01444

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60T8/36 B60T8/44 B60T8/48

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60T G05D H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 345 869 B1 (MATSUO YOSHIKI ET AL) 12. Februar 2002 (2002-02-12) Spalte 44, Zeile 33 -Spalte 46, Zeile 48 Spalte 33, Zeile 21 -Spalte 34, Zeile 42; Abbildungen 6,7,14 ---	1-7
X	US 2001/028194 A1 (ISONO HIROSHI ET AL) 11. Oktober 2001 (2001-10-11) Seite 4, Absatz 52 -Seite 5, Absatz 54; Abbildungen 1,4 ---	1-3,7
Y	---	4
X	DE 101 06 464 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 3. Januar 2002 (2002-01-03) Spalte 5, Zeile 4 -Spalte 5, Zeile 33; Abbildungen 5,6 ---	1-3
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Juli 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/07/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marx, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/01444

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 196 54 427 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25. Juni 1998 (1998-06-25) Spalte 4, Zeile 18 -Spalte 4, Zeile 39; Abbildung 2 ---	1-3
X	DE 197 07 960 A (BOSCH GMBH ROBERT) 3. September 1998 (1998-09-03) Spalte 4, Zeile 1 -Spalte 4, Zeile 65 ---	1-3
P,X	WO 02 090159 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;KLEY RONALD (DE); EWERT THOMAS (DE)) 14. November 2002 (2002-11-14) Seite 10, Absatz 1 -Seite 14, Absatz 1; Abbildungen 1,2 ---	1-3
Y	DE 199 46 348 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29. März 2001 (2001-03-29) Spalte 3, Zeile 14 -Spalte 4, Zeile 18 -----	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/01444

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6345869	B1	12-02-2002	JP	2001171503 A	26-06-2001
			DE	10049017 A1	23-05-2001
US 2001028194	A1	11-10-2001	JP	2001219841 A	14-08-2001
DE 10106464	A	03-01-2002	DE	10106464 A1	03-01-2002
			WO	0198124 A1	27-12-2001
			EP	1296865 A1	02-04-2003
			US	2003098613 A1	29-05-2003
DE 19654427	A	25-06-1998	DE	19654427 A1	25-06-1998
			FR	2757470 A1	26-06-1998
			GB	2320748 A , B	01-07-1998
			JP	10194099 A	28-07-1998
			US	6086167 A	11-07-2000
DE 19707960	A	03-09-1998	DE	19707960 A1	03-09-1998
			JP	10236292 A	08-09-1998
			US	6030055 A	29-02-2000
WO 02090159	A	14-11-2002	WO	02090159 A1	14-11-2002
DE 19946348	A	29-03-2001	DE	19946348 A1	29-03-2001
			FR	2799015 A1	30-03-2001
			IT	MI20002037 A1	19-03-2002
			JP	2001124233 A	11-05-2001
			US	6504699 B1	07-01-2003

THIS PAGE BLANK (USPTO)